

Отчет по лабораторной работе

Поляризация

Мамнгов Владислав
Группа БФ3201

11 мая 2022 г.

Содержание

Оборудование	3
--------------	---

Теория	3
--------	---

Задание 1	4
-----------	---

Схема установки	4
---------------------------	---

Ход работы и измерения	4
----------------------------------	---

Погрешности	5
-----------------------	---

Закон Малюса	5
--------------	---

Схема установки	5
---------------------------	---

Ход работы и измерения	5
----------------------------------	---

Задача 3	7
----------	---

Схема установки	7
---------------------------	---

Ход работы и измерения	7
----------------------------------	---

Задача 4	8
----------	---

Ход работы и измерения	8
----------------------------------	---

Оборудование

Лазер $\lambda = 532nm$, поляризаторы, неизвестные двулучепреломляющие пластинки, анализатор интенсивности, стойки, черное зеркало

Теория

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

$$\operatorname{tg} \theta_B = n$$

$$R_s = \left| \frac{n_1 \cos \alpha - n_2 \cos \gamma}{n_1 \cos \alpha + n_2 \cos \gamma} \right|^2$$

$$R_s = \left| \frac{\cos a - \sqrt{n_2^2 - \sin^2 a}}{\cos a + \sqrt{n_2^2 - \sin^2 a}} \right|^2$$

$$R_p = \left| \frac{n_1 \cos \gamma - n_2 \cos \alpha}{n_1 \cos \gamma + n_2 \cos \alpha} \right|^2$$

$$R_p = \left| \frac{\sqrt{1 - \sin^2 a} - n_2 \cos a}{\sqrt{1 - \sin^2 a} + n_2 \cos a} \right|^2$$

Задание 1

Схема установки

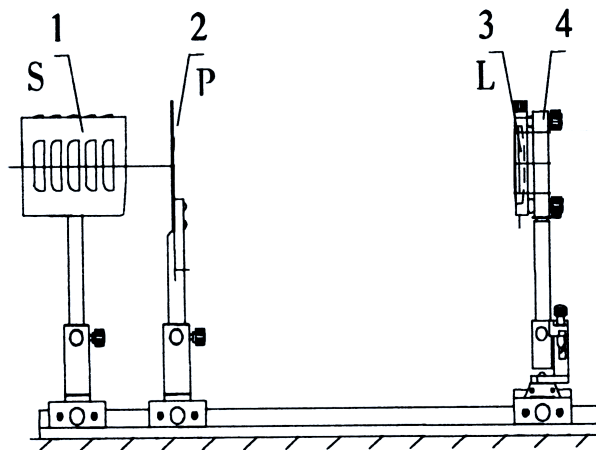


Рис. 1: S - источник, P - поляризатор, L - анализатор

Ход работы и измерения

Для определения поляризации источника света поставим перед анализатором интенсивности поляризатор и снимем зависимость интенсивности от угла поляризации:

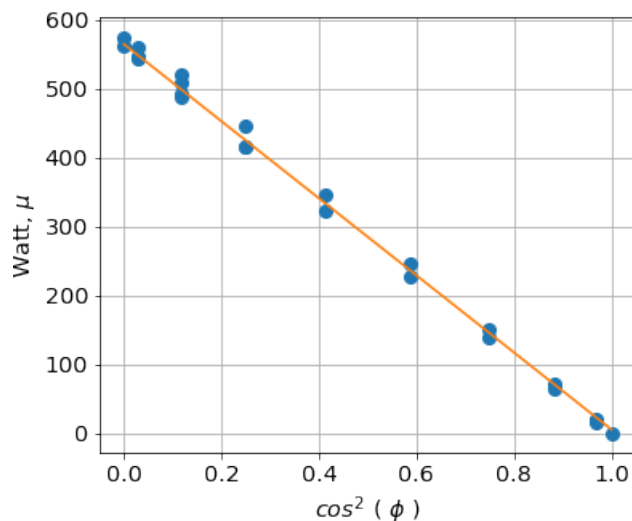


Рис. 2: Леаниризованная зависимость интенсивности от угла

Найдем минимум и максимум интенсивностей из подгоночной прямой, которая ограничена по оси X нулем и единицей. (То есть получится однозначно

определить значение максимума и минимума). Исходя из чего найдем поляризацию:

$$P = \frac{564.76 - 5.43}{564.76 + 5.43} = 0.98$$

Неполная поляризация вызвана измерениями при освещении от неполяризованного света, а так же все-таки неидеальностью лазера.

Погрешности

$$\begin{aligned} \epsilon(P) &= \epsilon(I_{max} - I_{min}) + \epsilon(I_{max} + I_{min}) = \frac{\Delta I_{max} + \Delta I_{min}}{I_{max} - I_{min}} + \frac{\Delta I_{max} + \Delta I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \\ &= \frac{\Delta a + \Delta b + \Delta b}{b - a - b} + \frac{\Delta a + \Delta b + \Delta b}{a + b + b} = (2\Delta b + \Delta a) \left(\frac{1}{a + 2b} - \frac{1}{a} \right) \approx 3 \cdot 10^{-4} \approx \Delta P \end{aligned}$$

Закон Малюса

Схема установки

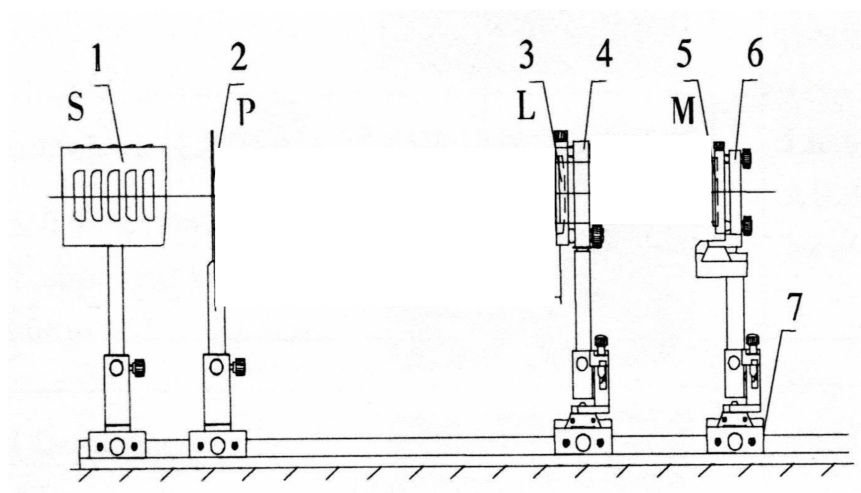


Рис. 3: S - источник, P, L - поляризатор, M - анализатор

Ход работы и измерения

Поставим после источника поляризатор, чтобы получить линейно поляризованный свет. Вращая второй поляризатор снимем зависимость Интенсивности от угла наклона поляризатора:

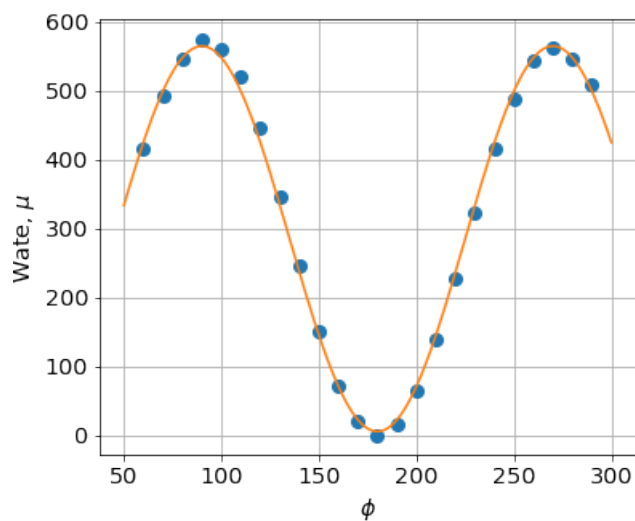


Рис. 4: Зависимость интенсивности от угла

Чтобы убедиться в справедливости закона Малюса построим эту зависимость в новых координатах: Различие этого графика, с графиком из задания 1 только в

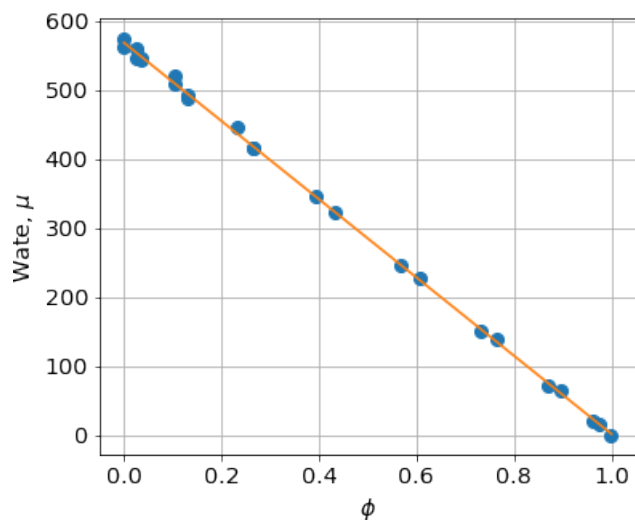


Рис. 5: Зависимость интенсивности от квадрата косинуса угла

том, что он проходит ближе к точке $(0, 1)$: если первый имел значение 5.5 в нуле, то этот в нуле имеет значение 1,4.

Значение поляризации для данного света равно 0.994 и тоже с достаточно маленькой погрешностью.

Задача 3

Схема установки

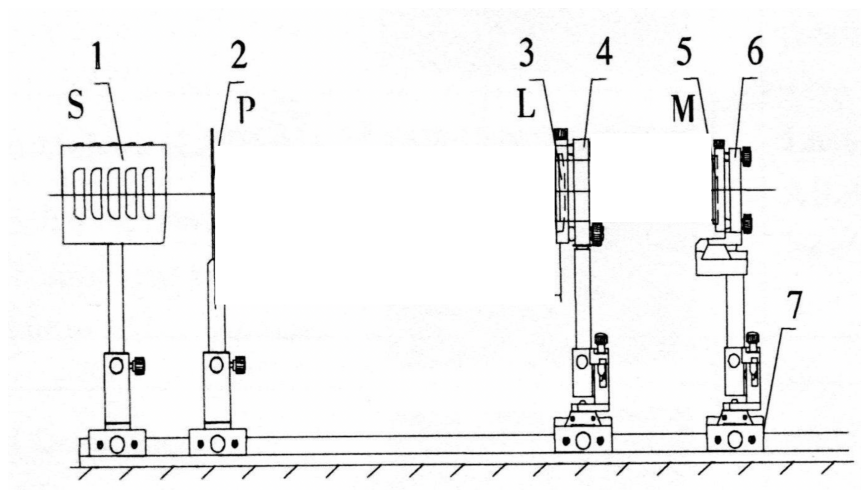


Рис. 6: S - источник, P - поляризатор, L - пластинка $\lambda/2$, M - анализатор

Ход работы и измерения

Соберем установку как на схеме. Снимем зависимость интенсивности излучения на анализаторе от угла между плоскостью поляризации и плоскости, перпендикулярной оптической оси пластинки. Для полуволновой поляризация не меняется, а для четвертьволновой - изменится.

Как видно, для рисунка 7, при смещении поляризатора на 45 градусов значение поляризации света изменилось на:

$$P_1 = 0.9; P_2 = 0.6; \Delta P = 0.3 \neq 0$$

Для рисунка 8 при смещении поляризатора на 45 градусов:

$$P_1 = P_2 = 0.98 = P_0; \Delta P = 0$$

Следовательно первая пластинка $\lambda/4$, а вторая $\lambda/2$

Так же стоит заметить, что для четвертьволновой пластинки не получилось добиться идеальной круговой поляризации, и, так же, величина, которая должна быть постоянна для одного источника: сумма минимума и максимума интенсивностей в зависимости от угла, была постоянна, но отличалась от значений в других опытах, возможно эта пластинка рассчитана на другую длину волны.

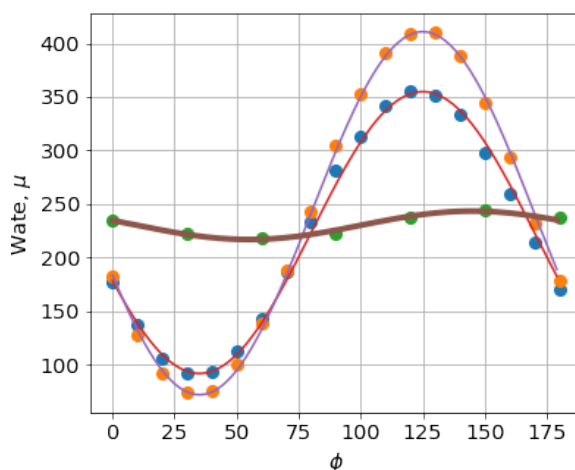


Рис. 7: Зависимость интенсивности от угла

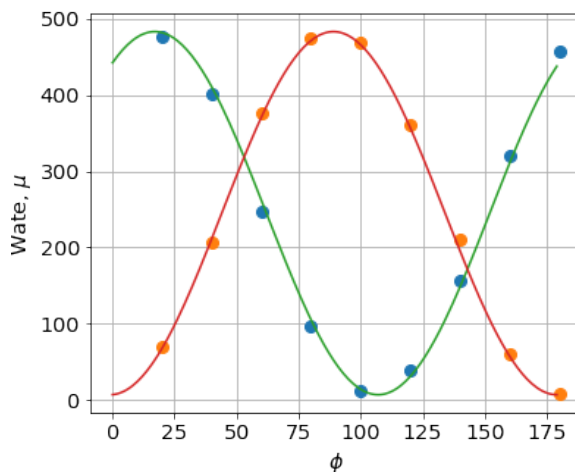


Рис. 8: Зависимость интенсивности от угла

Задача 4

Ход работы и измерения

В первую очередь определим положение разрешенного направления поляризатора. Для этого добьемся минимизации интенсивности сигнала, отраженного от черного зеркала, оптимизируя два параметра: угол падения и направление поляризации. Положение соответствующее минимуму сигнала соответствует Р-поляризации.

Так же угол падения при котором сигнал минимальный - угол Брюстера.

$$\theta_B = 56,5 \pm 0,5 =$$

$$n_m = 1.51$$

$$\Delta n_m = \frac{\partial \operatorname{tg} \theta_B}{\partial \theta_B} \Delta \theta_B = \frac{1}{\cos^2 \theta_B} = 3.28 \cdot 0.5 \frac{2\pi}{180} = 0.06$$

Реальное значение показателя преломления стекла попадает в эти ворота.

Далее снимем зависимость интенсивности сигнала от угла падения:

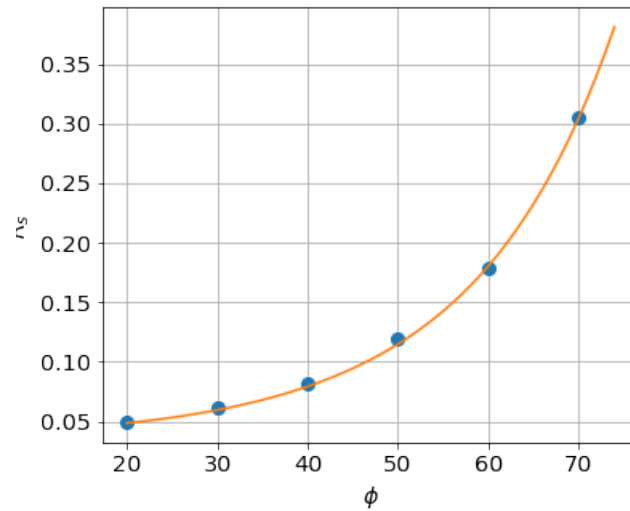


Рис. 9: Зависимость коэффициента прохождения от угла падения для S-поляризации

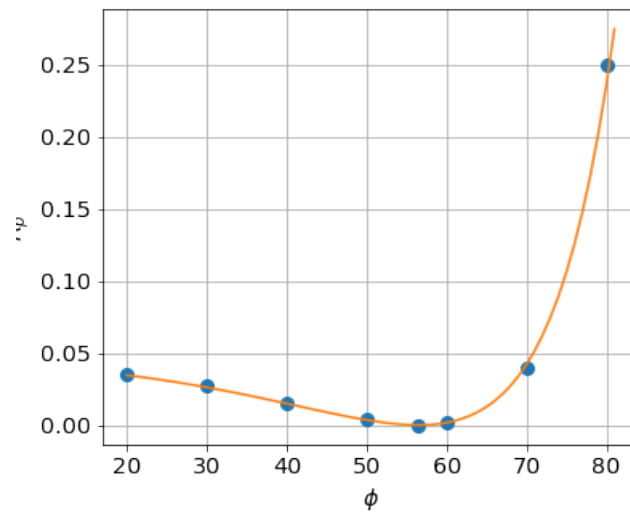


Рис. 10: Зависимость коэффициента прохождения от угла падения для Р-поляризации

Видно, что точки попадают на теоретическую зависимость.